

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА УКРАЇНИ

НАУКОВИЙ ВІСНИК БУДІВНИЦТВА

Вип. 67

Зареєстровано 22.04.97 р. серія ХК № 457 Головним комітетом інформації Харківської обласної державної адміністрації, перереєстровано 23.11.2010 р. серія КВ №17253-6023 ПР Міністерством юстиції України та Постановою Президіуму ВАК України №1-05/8 від 22.12.2010 р.

Харків
ХНУБА
ХОТБ АБУ
2012

Анотація

Вісник включає статті вчених України, в яких висвітлюються результати фундаментальних та прикладних досліджень з пріоритетних напрямків: охорона навколишнього середовища, ресурсозберігаючі технології в будівництві та будівельної індустрії, нові будівельні матеріали та конструкції, підвищення ефективності капітальних вкладень, підвищення рівня механізації та автоматизації виробничих процесів.

Для наукових працівників і спеціалістів у галузі будівництва.

Бажаючи будівельні фірми та підприємства можуть розмістити в ньому свою рекламу.

Аннотация

Вестник включает в себя статьи ученых Украины, в которых освещаются результаты фундаментальных и прикладных исследований по приоритетным направлениям: охрана окружающей среды, ресурсосберегающие технологии в строительстве и строительной индустрии, новые строительные материалы и конструкции, повышение эффективности капитальных вложений, повышение уровня автоматизации и механизации производственных процессов.

Для научных работников и специалистов в области строительства.

Желающие строительные фирмы и организации могут разместить в нем свою рекламу.

Редакційна колегія: д-р техн. наук Д.Ф.Гончаренко (головний редактор), д-р техн. наук О.Л.Шагін, д-р техн. наук В.В.Фурсов, д-р техн. наук В.С.Шмуклер, д-р техн. наук О.Ф.Редько, д-р техн. наук С.М.Епоян, д-р техн. наук О.І. Вайнберг, д-р арх-ри О.О. Фоменко, д-р арх-ри В.І.Кравець, д-р арх-ри В.П.Міроненко, канд. техн. наук Сопов В.П. (відповідальний редактор), Т.І.Ейдумова (відповідальний секретар)

Затверджено до друку згідно протоколу засідання Вченої ради ХНУБА №5 від 27.01.2012 р.

Адреса редакційної колегії: 61002, Харків-2, Сумська, 40, ХНУБА, тел. 7000-651

©Харківський національний
університет будівництва
та архітектури, 2012

©Харківське обласне
територіальне відділення
Академії будівництва
України, 2012

и обеспечивают образование гидросиликатов кальция без подвода тепловой энергии извне.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Винниченко В.И. Энергосберегающая технология силикатного кирпича / Винниченко В.И., Виценко Н.Ю. // Тез. II Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» - Харьков, НТУ «ХПИ», - 2011, стр.72.
2. Барщевский Ю.А. Строительные растворы повышенной прочности на основе молотой негашеной извести: Автореф. Дис... канд. техн. наук. – Киев: КИСИ, 1655.-20с.
3. Берг Л.Г. Введение и термографию/ Берг Л.Г.// М.: Наука. 1969. -395 с.
5. Плугин А.Н. Электрогетерогенные взаимодействия при твердении цементных вяжущих: Дисс... докт. хим. наук: 02.00.11.- Харьков: ХИИТ, 1989.- 282 с.
6. Теоретические предпосылки создания теории электрогетерогенного твердения портландцемента, прочности, разрушения и долговечности бетона / А.Н.Плугин, А.А.Плугин, О.А.Калинин, С.В.Мирошниченко, Д.А.Плугин // Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті: Зб.наук. праць.- Харків: УкрДАЗТ, 2006.- Вип.77.- С.5-70.
7. Горшков В.С., Тимашев В.В., Савельев В.Г. Методы физико- химического анализа вяжущих веществ. М., Высшая школа, 1981. С.335.
8. Ларионова З.М. Фазовый состав и прочность цементного камня и бетона / З.М. Ларионова, Л.В. Никитина, В.Р. Гарашин//М.: Стройиздат, 1977. - 263 с.
9. Курцик Х.Г., Швите Х.Е. К вопросу о продуктах гидратации C_3S и $\beta-C_2S$ // Четвертый конгресс по химии цемента. – М: Стройиздат, 1964. – С. 266-274.
10. Дерягин Б.В. Теория гетерокоагуляции, взаимодействия и слипания разнородных частиц в растворах электролитов / Дерягин Б.В. // Коллоид. журн. – М., 1964. – т. 16, № 6. - С. 425-430.

УДК 691.015.42

Золотов М.С., Шишкин Э.А., Скляр В.А., Кореклин О.Н.

Харьковская национальная академия городского хозяйства

ВЛИЯНИЕ ВОЗРАСТА АКРИЛОВОГО КЛЕЯ НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ АНКЕРОВКИ АРМАТУРНЫХ СТЕРЖНЕЙ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Приведены результаты расчетного эксперимента по определению влияния возраста акрилового клея на напряженно-деформированное состояние анкеровки арматурных стержней серповидного профиля класса А500С.

Наведені результати розрахункового експерименту з визначення впливу віку акрилового клею на напружено-деформований стан анкеровки арматурних стержнів серповидного профілю класу А500С.

The results of calculation experiment on determination of influence of age of acryl glue on the mode of deformation of anchoring of re-bars of falcate shape of class А500С are given.

Ключевые слова: акриловый клей, арматурный стержень серповидного профиля, бетон, напряженно-деформированное состояние, модуль упругости.

Анализ исследований сцепления арматуры с бетоном, проведенный авторами, показал следующее. Под сцеплением арматуры с бетоном понимают совокупность химических, физических и механических явлений, действующих на контактных поверхностях арматуры и бетона, обеспечивающих их связь и создающих сопротивление сдвигу арматуры в бетоне. Сцепление обеспечивает передачу усилий от арматуры на бетон и обратно и совместную работу этих разных по механическим свойствам материалов, вплоть до стадии разрушения.

Сцепление стержня с бетоном является активным фактором на тех участках заделки, где имеется разница между нормальными деформациями стержня и прилегающими слоями бетона, то есть на участке активного сцепления. По мере увеличения нагрузки, или при постоянной длительной, пульсирующей нагрузке, тепловых или агрессивных воздействий, благодаря ползучести соединения происходит перераспределение усилий между отдельными сечениями вдоль заделки. При этом участок активного сцепления может изменяться, вовлекая в работу слои стержня и бетона, ранее не вовлеченные в работу.

Сцепление арматуры периодического профиля в основном определяется механическим зацеплением и скалыванием бетона, поэтому прочность его находится в большой зависимости от прочности бетона. В этом случае отношение сцепления арматуры с бетоном к прочности бетона более или менее постоянно, причем бетоны и растворы с высоким наполнением цемента, как более прочные, имеют и более высокое сцепление.

Основные факторы, определяющие общее сопротивление сдвигу арматуры периодического профиля в бетоне: сопротивление смятию и срезу вследствие механического зацепления, возникающего из-за выступов на поверхности арматуры (70...75 % общего сопротивления сдвигу арматуры); сила трения, возникающая на поверхности арматуры вследствие обжатия арматурных стержней при усадке бетона (15...20 % общего сопротивления сдвигу); сцепление арматуры с бетоном вследствие клеящей способности цементного геля (около 10 % общего сопротивления сдвигу).

В зависимости от усилия выдергивания стержня из бетона различают три стадии напряженного состояния. На первой смещение загруженного конца стержня прямо пропорционально нагрузке и деформации бетона и арматуры по всей длине заделки и имеют почти упругий характер. При увеличении нагрузки в контактном слое наблюдается появление заметных неупругих деформаций.

Вторая стадия характеризуется смещениями поверхности стержня относительно контактного слоя в наиболее загруженных местах. Можно предположить, что при этом на значительной части длины заделки имеют место неупругие деформации бетона над выступами арматуры. На наиболее нагруженных участках по длине стержня возможно частичное разрушение бетона в контактном слое.

На третьей стадии (стадия разрушения) наблюдается проскальзывание стержня относительно бетонного сечения и резкое уменьшение усилия в стержне.

Нагрузка, воспринимаемая стержнем при начале сдвига его незагруженного конца для арматуры периодического профиля в 2...3 раза выше, чем для круглой стали такого же диаметра, предела текучести стали и длины заделки стержня.

На сцепление оказывают влияние температурные воздействия, циклические и динамические, а также длительные статические нагрузки и другие виды силового воздействия. При этом длительные статические нагрузки приводят к возрастанию деформативности соединения во времени, развитию релаксационных процессов в бетоне и металле. Циклические нагрузки, снижая выносливость материалов стержня и бетона, приводят к преждевременному разрушению контакта и самого соединения.

Учитывая, что составляющая трения в общем значении сцепления — величина постоянная, а склеивание цементного геля с поверхностью металла составляет $(0,05...0,2) \tau_{cp}$, эффективное повышение τ_{cp} может быть достигнуто при использовании вместо бетона или цементного раствора материалов, обладающих большей адгезионной способностью, например, полимерные клеи (эпоксидные, акриловые и др.), для которых характерна высокая адгезия к металлу и бетону.

Клеевую анкеровку стальных стержней гладких и периодического профиля исследовали у нас в стране и за рубежом. Значительный объем работ, связанный с изучением клеевой анкеровки арматурных стержней периодического профиля, выполнен в Харьковской национальной академии городского хозяйства. Это исследования адгезионных, когезионных и технологических свойств акриловых клеев, определение конструктивных параметров клеевой анкеровки и области применения, а также технологического процесса устройства анкерных соединений на указанных клеях [1-4].

Как показала практика анкеровки стальных стержней периодического профиля, наиболее технологична и эффективна анкеровка с помощью акриловых клеев. В промышленном строительстве широко распространены клеевые анкеры. Клеевую анкеровку используют при ремонте, реконструкции и усилении сборных и монолитных железобетонных конструкций, при их наращивании, креплении закладных элементов, устройстве выпусков арматуры (щетины) из бетона. Кроме того, ее используют также для крепления сборных железобетонных колонн между собой и к фундаментам. Применение акриловых клеев позволяет уменьшить глубину заделки в бетон арматурных стержней периодического профиля.

В связи с применением в строительстве нового сортамента арматурных стержней были проведены эксперименты по определению прочности и деформативности анкеровки таких стержней акриловыми клеями различных составов.

Проведенные исследования показали, что применение обычных акриловых клеев позволяет заделывать арматурные стержни серповидного профиля класса А500С на глубину $22,5 d_s$, а модифицированными — $17,5 d_s$ [5-7]. Соответственно снижается расход стали, цемента, а также уменьшаются трудовые затраты.

В связи с широким применением таких анкерных соединений решена задача о напряженно-деформированном состоянии анкерного соединения на акриловых клеях в случае воздействия на арматурный стержень кратковременного и длительно действующего выдергивающего усилия [8,9]. В результате использования решенной задачи получены эпюры распределения касательных, нормальных осевых радиальных напряжений в клеевом слое на контакте клей-анкер и клей-бетон.

Чтобы определить влияние возраста акрилового клея на напряженно-деформированное состояние анкерного соединения, был проведен расчетный эксперимент с учетом влияния возраста акрилового клея и длительности действия выдергивающих усилий.

Для удобства анализа результатов расчетного эксперимента они представлены в виде графиков максимумов, отражающих влияние того или иного параметра на напряженно-деформированное состояние анкерного соединения. На графиках приведены значения напряжений и перемещений в элементах соединения, возникающие от действия единичного выдергивающего усилия $\sigma_{sz0} = 1,0$ МПа на арматурный стержень, с относительными координатами точек k .

Характер эпюр распределения напряжений и перемещений в анкерном соединении по контактам клей-анкер (арматурный стержень) и клей-бетон приведен в работе [8,9].

Известно, что прочность акрилового клея и, соответственно, его модуль упругости $E(t)$ увеличиваются с начала времени полимеризации до его окончания. Поэтому представляет определенный интерес зависимость напряженно-деформированного состояния от изменения $E(t)$ под воздействием $P_{\text{выд}}$.

Как показали ранее выполненные исследования [10] изменения модуля упругости акрилового клея определенного состава от начала полимеризации до его завершения ($\tau_1 = 84$ час) составляют от $2,0 \cdot 10^3$ до $14,0 \cdot 10^3$ МПа. При этом прочность клея достигается 96...100% от проектной. Характер изменения модуля упругости $E(t)$ во времени представлен в табл.1. Кроме того, через 6 часов после начала полимеризации клея при нормальной температуре окружающей среды, прочность его при сжатии составляет уже 27 МПа, а модуль упругости $E(t) = 2 \cdot 10^3$ МПа.

Таблица 1 - Изменения модуля упругости акрилового клея $E(t)$ с увеличением его возраста

| Возраст акрилового клея τ_1 , час. | Модуль упругости $E(t) \cdot 10^3$ МПа | $n_1 = E(t) / E_s$ | $n_2 = E(t) / E_b$ |
|--|---|--------------------|--------------------|
| 6 | 2,0 | 0,01 | 0,087 |
| 13 | 3,0 | 0,015 | 0,13 |
| 22 | 3,5 | 0,0175 | 0,152 |
| 31 | 4,2 | 0,021 | 0,183 |
| 40 | 5,4 | 0,027 | 0,235 |
| 49 | 7,6 | 0,038 | 0,33 |
| 57 | 8,7 | 0,0435 | 0,378 |
| 66 | 10,0 | 0,05 | 0,435 |
| 75 | 11,7 | 0,0585 | 0,509 |
| 84 | 14,0 | 0,07 | 0,609 |

Геометрические характеристики соединения следующие: арматурный анкерный стержень $d_s = 20$ мм ($r_1 = 10$ мм), диаметр скважины в бетоне $d_{ск} = 40$ мм ($r_2 = 20$ мм) глубина анкеровки $l_{анк} = 450$ мм, $l_0 = 45$, $l_1 = 22,5$. В качестве материала анкера принята арматурная сталь класса А500С с модулем упругости $E_s = 2,1 \cdot 10^5$ МПа, бетона – класса В15 с модулем упругости $E_b = 2,3 \cdot 10^4$ МПа.

В результате расчетов с использованием указанных выше данных получены эпюры распределения напряжений и перемещений в зависимости от величины модуля упругости акрилового клея $E(t)$.

На основании полученных эпюр распределения напряжений построены графики зависимостей максимумов касательных и нормальных осевых (рис. а,б), максимумов и минимумов радиальных и окружных (рис. в,г) напряжений, а также графики зависимостей максимумов осевых и максимумов радиальных перемещений (рис. д,е) в клеевом слое соответственно на контактах клей-анкер и клей-бетон от величины отношений n_1 и n_2 , то есть величины модуля упругости акрилового клея $E(t)$ (таблица).

Анализ графиков (рис. а,б,в,г) свидетельствует об уменьшении напряжений в клее на контакте клей-анкер, особенно нормальных осевых, при увеличении коэффициентов n_1 и n_2 . На контакте клей-бетон также наблюдается уменьшение нормальных осевых напряжений в бетоне, но в то же время уменьшаются радиальные и окружные. Уменьшение касательных напряжений и изменение характера их распределения незначительно с увеличением n и n_1 . Это объясняется тем, что при выдергивании усилия от арматурного стержня полностью передаются на клеевой слой и далее на бетон. Главный вектор касательных напряжений заведомо не зависит от соотношений модулей упругости материалов, образующих анкерное соединение.

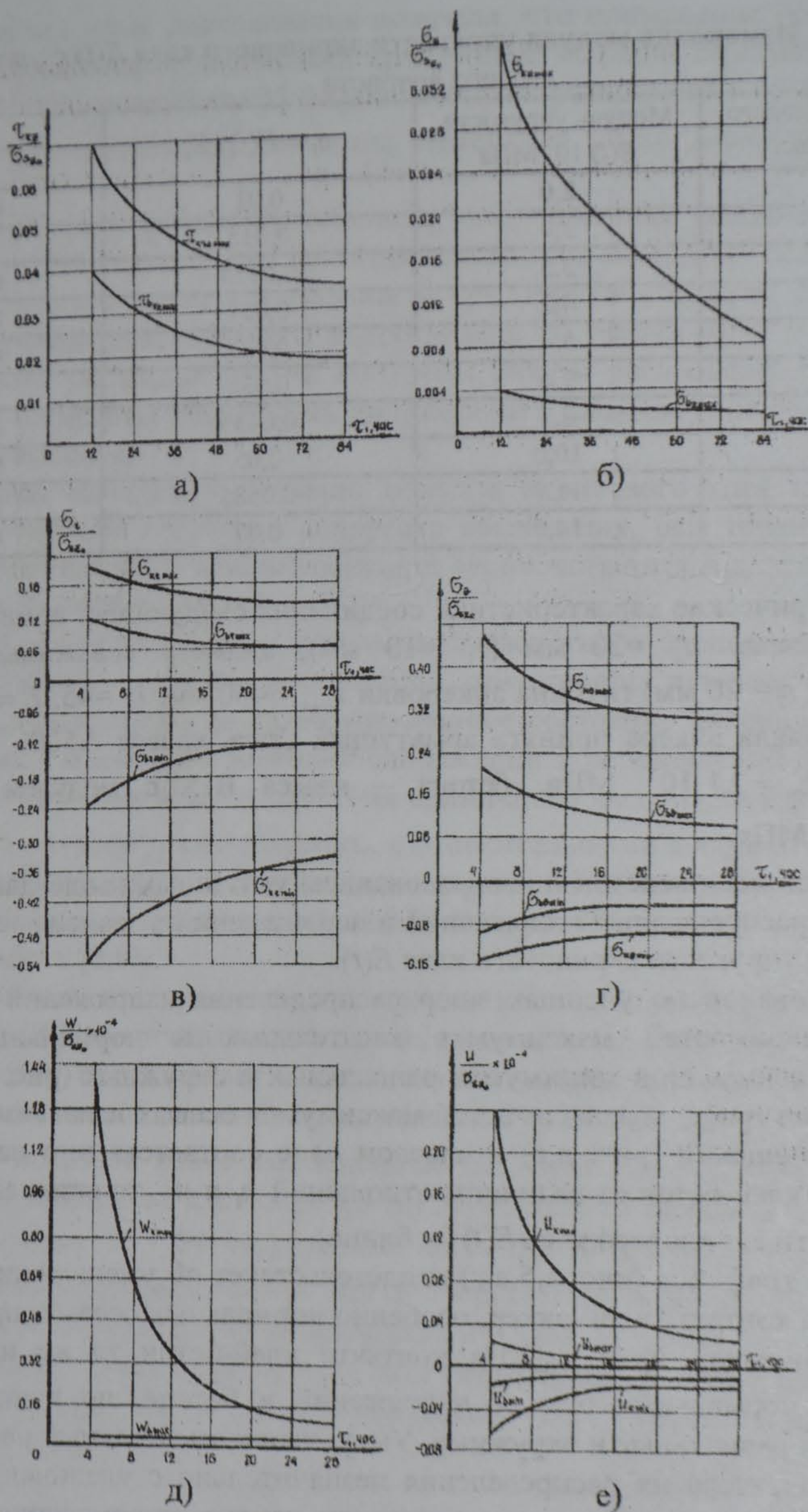


Рис.1 - Графики зависимостей напряжений в клее соответственно на контактах клей-анкер и клей-бетон от возраста акрилового клея:

а – максимумов касательных; б – максимумов нормальных осевых; в – максимумов и минимумов радиальных; г – максимумов и минимумов окружных; д – максимумов осевых; е – максимумов и минимумов радиальных

Графики максимумом (рис. д,е) радиальных и осевых перемещений свидетельствуют о том, что с увеличением $E(t)$ акрилового клея происходит уменьшение деформаций (перемещений) как в радиальном, так и в осевом направлениях. Причем наиболее значительное изменение (уменьшение) перемещений происходит на контакте клей-анкер. На контакте клей-бетон эти деформации незначительны, так как большая часть деформаций приходится на арматурный стержень и клеевой слой.

Полученные результаты расчетного эксперимента по определению влияния возраста акрилового клея и при действии выдерживающего усилия на арматурный стержень позволяют выполнить расчет анкерного соединения и определить напряжения в клеевом слое и бетоне.

Используя полученное решение задачи [8,9] о напряженно-деформированном состоянии анкерного соединения на акриловых клеях с различными физико-механическими свойствами позволяют определить влияние других факторов на указанное состояние.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Золотов С.М. Инновационные материалы на основе акриловых полимеров для восстановления и ремонта конструкций объектов строительства и транспорта / С.М. Золотов // Инновационные технологии диагностики, ремонта и восстановления объектов строительства и транспорта: сб. науч. тр. – Днепропетровск: ПГАСА, 2004. – Вып. 30. – С. 192-196.
2. Shutenko L., Zolotov M., Zolotov S. Compositions on the basis of acrylic polymers for repairing cement-concrete pavements and reinforced concrete bridge structures // Proceedings of the 1st Polish Road Congress. – Warsaw, October 4-6, 2006. – P. 443-450.
3. Золотов С.М. Прочность, деформативность и разрушение акриловых клеев при кратковременном и длительном нагружении / С.М. Золотов // Баштові споруди: матеріали, конструкції, технології: зб. наук. праць. – Макіївка: ДонДАБА, 2007. – Вип. 6. – С. 41-45.
4. Анкерні болти: конструкція, розрахунок, проектування, технологія влаштування / Л.М. Шутенко, М.С. Золотов, В.О. Склярів, Н.М. Золотова. – Х.: ХНАМГ, 2010. – 203 с.
5. Золотов М.С. Зависимость глубины заделки арматурных стержней класса А500С от прочности акрилового клея / М.С. Золотов, Л.Н. Шутенко, Р.Б. Ткаченко // Коммунальное хозяйство городов: науч.-техн. сб. – К.: Техніка, 2007. – Вып. 79. – С. 36-45.
6. Шутенко Л.Н. Прочность анкеровки арматуры класса А500С акриловыми клеями / Л.Н. Шутенко, М.С. Золотов, Р.Б. Ткаченко // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. праць. – Рівне 2008. – Вип. 16, Ч. 2. – С. 410-417.
7. Шутенко Л.Н. Длительная прочность анкеровки арматуры класса А500С акриловыми клеями / Л.Н. Шутенко, М.С. Золотов, Р.Б. Ткаченко // Науковий вісник будівництва: ДТУБА. – ХОТВ АБУ, 2008. – С. 110-114.
8. Напряженно-деформированное состояние клеевой анкеровки арматурных стержней серповидного профиля / М.С. Золотов, Э.А. Шишкин, В.А. Склярів, К.А. Рашина // Науковий вісник будівництва. – Х.: ХНТУБА, 2011. – № 66. – С. 176-184.
9. Золотов М.С. Влияние вида нагружения на напряженное состояние клеевой анкеровки арматурных стержней класса А500С / Золотов М.С., Л.Н. Шутенко, В.А. Склярів, О.Н. Корекян // Строительство, материаловедение, машиностроение: сб. научн. тр. – Днепропетровск: ПГАСА, 2011. – Вып. № 61. – С. 504-509.

11. Золотов С.М. Влияние некоторых факторов на время отверждения акриловых клеев / С.М. Золотов, Л.Н. Шутенко, А.О. Гарбуз // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. праць. – Рівне: РДТУ, 2011. – Вип. 6. – С. 87-93.

УДК 666,97 (075.8)

Юнис Б.Н., Казимагомедов И.Э.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

СПОСОБЫ ФОРМОВАНИЯ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ТРУБ ВИБРОВАКУУМИРОВАНИЕМ

В данной статье рассматриваются способы формования бетонных и железобетонных труб. Проведён анализ существующих способов, выявлены недостатки и предложены пути решения основных проблем с помощью усовершенствованного способа вибровакуумирования.

Ключевые слова: вибровакуумирование, способ формования, бетонные изделия, уплотнение.

У даній статті розглядаються способи формування бетонних і залізобетонних труб. Проведений аналіз існуючих способів, виявлені недоліки і запропоновані дороги вирішення основних проблем за допомогою вдосконаленого способу вібровакуування.

Ключові слова: вібровакуування, спосіб формування, бетонні вироби, ущільнення.

The methods of shaping of concrete and reinforce-concrete pipes are examined in this article. The analysis of existent methods is conducted, failings are exposed and the ways of decision of basic problems are offered by the improved method of vibrovacuumizing.

Keywords: vibrovacuumizing, method of shaping, concrete wares, compression.

Актуальность проблемы. Современные требования к качеству строительных изделий не уступают требованиям к новейшим архитектурным элементам. Кроме высоких требований к физико-механическим характеристикам и долговечности для бетонных и железобетонных труб накладываются требования по качеству и способу формования. Процесс формования изделий состоит из сборки форм, установки арматуры, укладки бетонной смеси в формы и уплотнения.

Выбор рационального способа формования определяется конструктивными особенностями формуемых изделий, технологической схемой производства, степенью и видом армирования изделий, их массой и габаритами, требованиями к качеству уплотнения бетонной смеси и качеству поверхности изделия, номенклатурой и объемом производства изготавливаемых изделий [3].

В настоящее время на рынке строительства наблюдается устойчивая тенденция к переходу на механизированное производство. Для укладки и уплотнения бетонной смеси применяют вибрирование, виброштампование, вибропрокат, вибровакуумирование, центрифугирование и др., а также комбинированные способы, когда сочетаются известные способы формования, к примеру, вибрирование бетонной смеси и прессование, центрифугирование, прокат и т.п.